



III-012 - DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS RECICLÁVEIS DE UM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL DE FORTALEZA/CE

Catarina de Brito Alves

Graduanda em Tecnologia de Processos Químicos pelo Instituto Federal do Ceará (IFCE).

Gemmelle Oliveira Santos⁽¹⁾

Mestre em Saúde Pública e Doutorando em Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Professor Efetivo do Instituto Federal do Ceará (IFCE).

Endereço⁽¹⁾: Rua Agapito dos Santos, 376 - Centro - Fortaleza - CE - CEP: 60010250 - Brasil - Tel: (85) 32236738 - e-mail: gemmelle@ifce.edu.br

RESUMO

A composição gravimétrica dos resíduos sólidos recicláveis é uma informação básica para várias atividades como monitoramento de aterros sanitários, implementação da coleta seletiva e análise de viabilidade de usinas de compostagem e reciclagem. Nesse sentido, esse trabalho teve como objetivo determinar a composição gravimétrica dos materiais dispostos como lixo em um grande condomínio de Fortaleza/CE e avaliar se essa composição condiciona a implementação da coleta seletiva. Os materiais e métodos envolveram a caracterização do condomínio, um estudo da situação do destino dos seus resíduos sólidos, a adaptação e desenvolvimento do estudo gravimétrico, o levantamento de dados auxiliares junto aos órgãos competentes e instituições de ensino, pesquisa e extensão, e revisão da literatura. Constatou-se uma diferença na composição gravimétrica dos resíduos sólidos entre os dias de estudo com predominância maior de recicláveis nos dias posteriores ao final de semana. Os componentes mais predominantes foram: o jornal - que ocupou em média 10,47% em massa dos resíduos sólidos gerados -, o papelão (7,50%), o vidro (5,00%), o papel (4,90%), o filme (4,87%), o plástico (4,33%), o ferro (4,20%), o PET (2,97%) e o alumínio (0,67%). Pela quantidade de recicláveis, o condomínio tem forte potencial para implementação da coleta seletiva.

PALAVRAS-CHAVES: Resíduos Sólidos Recicláveis, Estudo Gravimétrico, Coleta Seletiva.

INTRODUÇÃO

A composição gravimétrica constitui uma informação importante na compreensão do comportamento dos resíduos, aterrados ou não, e expressa, em percentual, a presença de cada componente em relação ao peso total da amostra dos resíduos (Melo e Jucá, 2000). Esses estudos contribuem, ainda, para o monitoramento ambiental, na compreensão do processo de decomposição dos resíduos e na estimativa da vida útil das áreas utilizadas para destinação final de resíduos (Monteiro e Jucá, 1999).

A maioria dos estudos sobre a composição gravimétrica dos materiais presentes nos resíduos sólidos brasileiros é realizada em amostras obtidas dos resíduos recém coletados (Cussiol, Rocha e Lange, 2006). Além disso, muitos municípios possuem centrais de triagem, onde os resíduos são separados previamente, tornando o processo de caracterização mais fácil, entretanto, não se pode esquecer que cada cidade possui um lixo com composição diferente.

Conforme Castilhos Júnior *et al.*, (2003) as características quali-quantitativas dos resíduos sólidos podem variar em função de vários aspectos, como os sociais, econômicos, culturais, geográficos e climáticos, ou seja, os mesmos fatores que também diferenciam as comunidades entre si.

Do ponto de vista qualitativo, os resíduos sólidos podem ser analisados por meio da determinação de variáveis físicas, químicas e biológicas. Entre as variáveis físicas tem-se a geração *per capita*, a composição gravimétrica, o peso específico, o teor de umidade e a compressibilidade. Entre as químicas: o poder calorífico, o potencial hidrogeniônico (pH), a composição química e a relação carbono/nitrogênio, e entre as biológicas, a determinação da população microbiana e dos agentes patogênicos (Santos, 2007).

Além dos aspectos qualitativos, quando se estuda essa temática, é necessário determinar os quantitativos, como o somatório de resíduos produzidos, coletados ou dispostos por dia (toneladas/dia; m³/dia). Porém,



Castilhos Júnior *et al.*, (2003) lembram que a quantidade exata de resíduos gerados é de difícil determinação pelo fato de esta sofrer interferências do armazenamento, da reutilização ou reciclagem e do descarte em locais clandestinos.

O IBGE (2002) afirma que são produzidas diariamente cerca de 126 mil toneladas de resíduos sólidos no Brasil, 10.150,5 toneladas no Estado do Ceará e 2.375 toneladas em Fortaleza/CE. Contudo, informações obtidas junto ao atual diretor da Empresa Municipal de Limpeza Urbana (EMLURB) apontam para 3.000 toneladas/dia, que demandam tratamento e/ou disposição adequados para se evitar problemas ambientais e de saúde pública.

Neste sentido, algumas alternativas técnicas vêm sendo estudadas e aplicadas no âmbito nacional, com o objetivo de tratar e/ou dispor adequadamente os resíduos sólidos, dentre as quais merecem destaque a compostagem (para a fração orgânica), a incineração (para os resíduos sépticos), o aterramento sanitário (para os resíduos domiciliares) e a reciclagem (para a fração inorgânica existente nos resíduos sólidos).

Para Santos (2007), dentre as alternativas para os resíduos sólidos, deve-se priorizar a reciclagem, haja vista que ela: a) diminui a poluição do solo, água e ar; b) melhora a limpeza da cidade e a qualidade de vida da população; c) prolonga a vida útil dos aterros sanitários; d) gera empregos para a população não qualificada e; e) gera receita com a comercialização dos recicláveis.

Além dos aspectos considerados pelo autor, pode-se acrescentar que a reciclagem contribui para a melhoria do meio ambiente, na medida em que reduz o consumo de energia, diminui os custos da produção, diminui o desperdício e cria oportunidade de fortalecer organizações comunitárias e de catadores.

Historicamente, a palavra reciclagem surgiu na década de 1970, quando as preocupações ambientais passaram a ser tratadas com maior rigor. Para Calderoni (1997), a reciclagem é, na sua essência, uma forma de educar e fortalecer nas pessoas o vínculo afetivo com o meio ambiente, despertando o sentimento do poder de cada um para modificar o meio em que vivem. Todavia, para que a reciclagem seja eficiente e eficaz é necessário a implantação da coleta seletiva dos resíduos e, este processo, segundo CEARÁ (2003) é o recolhimento diferenciado de materiais descartados, previamente selecionados nas fontes geradoras.

Para Santos (2007), a coleta seletiva traz várias vantagens para o processo da reciclagem, pois melhora a qualidade dos materiais, diminui a geração de rejeitos, exige menor área de instalação das usinas e menores gastos com equipamentos de separação, lavagem e secagem dos resíduos. Segundo Calderoni (1997), existe coleta seletiva em cerca de 135 cidades do Brasil, e na maior parte dos casos, a coleta é realizada pelos catadores organizados em cooperativas ou associações.

Pela notável importância que a coleta seletiva assume no processo de reciclagem, o estudo da composição gravimétrica dos resíduos sólidos torna-se fundamental. Nesse sentido, a Tabela 01 traz os componentes mais utilizados na determinação desse tipo de estudo.

Tabela 01 - Componentes Mais Comuns da Composição Gravimétrica

Matéria Orgânica	Metal Não-Ferroso	Borracha
Papel	Alumínio	Plástico Rígido
Papelão	Cerâmica	Plástico Maleável
PET	Agregado Fino	Vidro Claro
Madeira	Pano/Trapo	Vidro Escuro
Metal Ferroso	Ossos	-

Fonte: IBAM (2001).

Após o conhecimento dos materiais mais comuns em estudos gravimétricos, apresenta-se na Tabela 02 a variação das composições do lixo em alguns países, deduzindo-se que a participação da matéria orgânica tende se reduzir nos países mais desenvolvidos ou industrializados, provavelmente em razão da grande incidência de alimentos semipreparados disponíveis no mercado consumidor.



Tabela 02 - Composição Gravimétrica do Lixo de Alguns Países (%)

Composto	Brasil	Alemanha	Holanda	EUA
Matéria Orgânica	65,00	61,20	50,30	35,60
Vidro	3,00	10,40	14,50	8,20
Metal	4,00	3,80	6,70	8,70
Plástico	3,00	5,80	6,00	6,50
Papel	25,00	18,80	22,50	41,00

Fonte: IBAM (2001).

De posse de todas essas informações, o conhecimento da composição gravimétrica possibilita o aproveitamento das frações recicláveis para comercialização e da matéria orgânica para a produção de composto orgânico. Quando realizada por regiões da cidade, a composição gravimétrica ajuda, na perspectiva de Castilhos Júnior *et al.*, (2003), a efetuar um cálculo mais justo da tarifa de coleta e destinação final.

Baseado nessas considerações, esse trabalho teve como objetivo determinar a composição gravimétrica dos materiais dispostos como lixo em um grande condomínio de Fortaleza/CE, como subsídio à implementação de um projeto de coleta seletiva.

Estendendo seus resultados, essa pesquisa serve para que a concessionária responsável pela coleta domiciliar dos resíduos sólidos de Fortaleza melhor dimensione seus equipamentos, assim como a quantidade de pessoal necessária para realizar a limpeza de uma determinada região.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área Estudada

O condomínio tomado como objeto de estudo situa-se em uma área nobre da cidade de Fortaleza/CE e subdivide-se em dois grandes blocos de quinze andares cada e que comportam, no total, 120 apartamentos, além de três estacionamentos e duas áreas de lazer com piscina, salão de festas e quadra de esportes.

2.2 Situação Atual dos Resíduos Sólidos no Condomínio

Cada morador abriga seus resíduos sólidos em sacos plásticos e os encaminha até um tambor, de aproximadamente 60 litros, que existe no corredor de cada andar. Esse recipiente não é padronizado, mas possui tampa - que evita a proliferação de odores - e é, aparentemente suficiente para a demanda de até quatro apartamentos por dia.

A possibilidade de geração de odores nos corredores do condomínio também pode ser descartada por razões climáticas. Segundo o IBAM (2001), no Brasil, o tempo decorrido entre a geração do lixo domiciliar e seu destino final não deve exceder uma semana para evitar proliferação de moscas, aumento do mau cheiro e a atratividade que o lixo exerce sobre roedores, insetos e outros animais. Portanto, esses inconvenientes não ocorrem no condomínio porque o lixo é removido diariamente.

Os horários de coleta de resíduos sólidos no condomínio se estendem das 11:00 horas da manhã às 13:30 da tarde e para tal atividade são mobilizados dois servidores, sendo a coleta realizada durante seis dias da semana (de segunda à sábado).

Após a coleta - que é feita em recipientes fabricados em Polietileno de Alta Densidade (PEAD) de 120 litros (contêineres de duas rodas) - todos os resíduos sólidos são despejados pelos servidores em alguns tambores existentes num "lixeiro" localizado nos fundos do condomínio, para serem entregues, nas datas acordadas, à concessionária responsável pela coleta formal de resíduos sólidos em Fortaleza/CE. O destino, na maioria das vezes, desses resíduos sólidos é o aterramento sanitário.



2.3 Estudo Gravimétrico dos Resíduos Sólidos

Para se determinar a composição gravimétrica dos materiais dispostos como lixo no condomínio em estudo foram realizadas três reuniões entre março e maio de 2007 com os moradores, síndicos e servidores, na perspectiva de explicar a importância dessa atividade e discutir as possibilidades de inserção de um programa de coleta seletiva no condomínio.

Enquanto os diferentes segmentos do condomínio decidiam acerca da realização do estudo gravimétrico, os autores realizaram visitas à Associação de Catadores do Jangurussu (ASCAJAN) com o objetivo de avisá-los sobre o projeto em formulação e conseguir pessoal para capacitação e posterior execução da segregação física dos materiais gerados no condomínio.

A ASCAJAN foi procurada porque vem trabalhando com coleta seletiva de resíduos sólidos em Fortaleza/CE e possui integrantes sempre interessados em novos projetos, além de vários equipamentos como balanças, elevadores de materiais, prensas e caminhão próprio para recolhimento e transporte de materiais recicláveis.

Após aprovação do condomínio foram marcadas as datas e os horários para realização dos estudos gravimétricos, enquanto um dos autores foi até a ASCAJAN avisar da aceitação; apanhar dois voluntários; adquirir (no comércio local) equipamentos de proteção individual e; realizar a capacitação.

Com uma balança Filizola de capacidade máxima 25 kg, vários sacos de lixo reforçados de 50 kg e uma lona de 10m², além do apoio dos servidores do condomínio, deu-se início a caracterização física dos resíduos em agosto de 2007.

O procedimento de caracterização gravimétrica deu-se da seguinte forma: os servidores coletaram e descarregaram os resíduos sólidos na lona estendida em um espaço previamente escolhido no condomínio. Em seguida, os resíduos sólidos foram colocados em alguns tambores sem fazer nenhuma preferência, exclusão ou seleção prévias para pesagem. Após esta etapa os tambores foram despejados sobre a manta e os resíduos espalhados, rompendo-se manualmente todas as embalagens de acondicionamento dos resíduos, especialmente sacos plásticos “tipo supermercado”. Por fim, foi realizada a separação manual dos componentes para nova pesagem.

Durante três dias consecutivos (segunda, terça e quarta), todos os resíduos sólidos gerados no condomínio foram coletados, analisados e divididos nos seguintes grupos: filme, papelão, papel, PET, plástico, jornal, ferro, vidro e alumínio. Realizaram-se todas essas separações porque cada componente possui um preço diferente de venda, assim, não há sentido em considerar o filme, o PET e o plástico sob a denominação de “plásticos”; o papelão, o papel e jornal sob a denominação de “papéis” e; o ferro e o alumínio como “metais”, se no mercado de recicláveis de Fortaleza as coisas não funcionam assim.

Após esta multi-segregação, os resíduos foram colocados em sacos plásticos diferenciados e doados à ASCAJAN, que os apanhou com seu caminhão. Materiais como pilhas e baterias, óleos e graxas, solventes, tintas, produtos de limpeza, cosméticos, remédios e aerossóis, lenços de papel, curativos, fraldas descartáveis, papel higiênico, absorventes, resíduos orgânicos e agulhas também foram encontrados, mas foram separados como “rejeitos”.

Em todos os dias de caracterização, as atividades tiveram início às 14:20 da tarde e se estenderam até as 17:45 horas, e os materiais foram quantificados na forma de percentuais (massa/massa). Como o período de realização do estudo gravimétrico foi o mês de agosto de 2007, a cidade de Fortaleza/CE não apresentava variações climáticas, estando em pleno “verão”.

Como já dito, todos os resíduos sólidos gerados no condomínio foram coletados e analisados, contudo, a questão da amostragem de resíduos para fins de caracterização é bastante complexa, em função da própria heterogeneidade dos resíduos e do tipo de caracterização a ser feita. Gomes (1991), em seu estudo de caracterização física dos resíduos sólidos urbanos de São Carlos, utilizou uma amostra de 100 Kg para determinação da sua composição física.



2.4 Levantamento de Dados Auxiliares

Em todos os 120 apartamentos que compõem o condomínio foram entregues questionários sócio-econômicos (porta-a-porta) com o objetivo de levantar algumas informações sobre o número de moradores por apartamento, a renda média familiar e o nível de escolaridade. Dos questionários entregues 98 retornaram, o que representou 81,66%.

O levantamento dessas informações foi de grande importância nesse estudo, pois como lembrou Santos *et al.*, (2007a), os aspectos sociais mantêm relação direta com a qualidade e com a quantidade dos resíduos sólidos gerados numa determinada região, portanto, o nível de educação das pessoas bem como suas condições econômicas podem indicar que tipos de resíduos são produzidos e quais as melhores técnicas para sua disposição e/ou tratamento final.

O período utilizado para entrega e recebimento dos questionários correspondeu a duas semanas, partindo do referencial de que apenas os autores foram responsáveis por tal atividade. Após o recolhimento dos questionários, os dados foram digitados em planilhas do Excel (Windows XP) para, após construção de percentuais, facilitar o entendimento da caracterização dos resíduos sólidos. O horário de entrega ou recebimento dos questionários se estendeu das 18:00 horas até as 21:00.

Para esse estudo, foi necessário ainda realizar uma revisão literária junto às bibliotecas da Universidade Federal do Ceará (UFC), Universidade Estadual do Ceará (UECE) e do Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará (CEFET/CE), e o levantamento de dados e informações junto à Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE), à Empresa Municipal de Limpeza e Urbanização (EMLURB) e à Secretaria da Infra-estrutura (SEINFRA).

Entre os artigos indexados levantados via internet e os livros e dissertações consultadas nas bibliotecas, nenhum analisou especificamente as características dos resíduos sólidos gerados em condomínios. A maioria versa sobre: i) a composição dos resíduos sólidos gerados em cidades ou universidades, ii) os impactos provocados ao ambiente por cada tipo de resíduo ou iii) as possibilidades de reciclagem de cada material.

No âmbito de Fortaleza/CE, há uma carência de publicações dessa natureza pelo fato de existirem poucos centros de pesquisas que lidam com a questão do lixo municipal, e também pelo fato de que, na maioria das vezes, os trabalhos desenvolvidos - Oliveira (1997), Marques (1999), Filho (2001), Soares (2004) e Firmeza (2005) - não tiveram como foco as características dos resíduos sólidos gerados em condomínios. Assim, esta pesquisa se apresenta como de grande importância por preencher parte da lacuna deixada na literatura pertinente.

É importante destacar que, em decorrência da ausência na literatura local desses estudos, os dados dessa pesquisa tiveram que ser comparados aos encontrados em pesquisas semelhantes, mas que tiveram como foco - ao invés de condomínios - os espaços universitários, bairros ou cidades como um todo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme questionário sócio-econômico aplicado com os responsáveis pelos apartamentos foi observado que: i) as famílias possuem três membros em 79,98% dos apartamentos; ii) uma parcela significativa dos moradores do condomínio - 67,10% - ganham em média entre dez e vinte salários mínimos, e iii) parte dos condôminos têm formação de nível superior (54,43%) e alguns possuem pós-graduação.

Utilizando a classificação apresentada por Braga, Nóbrega e Henriques (2000), os moradores do condomínio estudado - considerando o poder aquisitivo médio - se enquadram na Classe A (mais de dez salários mínimos), o que condiciona a produção de um lixo mais seco, portanto, passível de reciclagem. O IBAM (2001) complementa essa associação afirmando que quanto maior o poder aquisitivo, maior a incidência de materiais recicláveis e maior o consumo de supérfluos.

Em análise geral, foi observado que o condomínio gerou 436,10 kg de resíduos sólidos no primeiro dia do estudo gravimétrico (segunda-feira); 351,32 kg no segundo dia (terça-feira) e 297,78 kg no terceiro dia (quarta-feira). Considerando a média desses valores (361,73 kg), a geração *per capita* foi de 1,00 kg/habitante/dia.



Para Santos (2007), o cálculo da geração *per capita* é fundamental para se poder projetar as quantidades de resíduos a coletar e a dispor, sendo ainda importante no dimensionamento de veículos, na determinação da taxa de coleta, bem como para o correto dimensionamento de todas as unidades que compõem o Sistema de Limpeza Urbana.

Sobre essa variável, o IBGE (2002) postula que há uma tendência de aumento da geração informada do lixo domiciliar *per capita* em proporção direta com o número de habitantes. Nas cidades com até 200.000 habitantes, pode-se estimar a quantidade coletada, variando entre 450 e 700 gramas por habitante/dia; acima de 200 mil habitantes, essa quantidade aumenta para a faixa entre 800 e 1200 gramas por habitante/dia.

Retornando aos dados levantados, observou-se que os componentes mais predominantes no estudo gravimétrico foram o jornal, que ocupou em média 10,47% em massa dos resíduos sólidos gerados, o papelão (7,50%), o vidro (5,00%), o papel (4,90%), o filme (4,87%), o plástico (4,33%), o ferro (4,20%), o PET (2,97%) e o alumínio (0,67%).

A percentagem dos componentes analisados variou entre os três dias de estudo. No primeiro dia, os componentes predominantes foram o jornal (11,10%) e o vidro (9,00%). No segundo dia, os principais componentes obtidos foram o jornal (16,30%) e o papelão (11,20%), representado, principalmente, pelas caixas de eletrodomésticos e eletro-eletrônicos. Já no terceiro dia, predominaram o ferro (5,00%) e o filme (4,70%) conforme a Tabela 03.

Tabela 03 - Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos do Condomínio

Tipo de Material	1º Dia	2º Dia	3º Dia	Média
Jornal	11,10%	16,30%	4,00%	10,47%
Vidro	9,00%	3,30%	2,70%	5,00%
Papel	8,00%	5,30%	1,40%	4,90%
Papelão	7,30%	11,20%	4,00%	7,50%
Filme	5,30%	4,60%	4,70%	4,87%
Plástico	5,30%	3,70%	4,00%	4,33%
PET	3,30%	3,00%	2,60%	2,97%
Ferro	3,00%	4,60%	5,00%	4,20%
Alumínio	1,00%	0,50%	0,50%	0,67%

A comparação dos resultados obtidos nos diferentes dias de estudo mostrou que a composição gravimétrica dos resíduos sólidos do condomínio apresentou diferenças significativas, especialmente quando comparados os dois primeiros dias com o último. De uma forma geral, houve uma maior quantidade de materiais recicláveis no 1º e 2º dias, provavelmente, como influência do final de semana que os antecederam.

A comparação dos percentuais obtidos nos três dias de caracterização mostrou que somente o componente ferro subiu, pois no primeiro dia ele representou 3,00% (massa/massa) dos resíduos, passando no segundo dia para 4,60% e no terceiro para 5,00%. Conforme observado, os principais tipos de materiais encontrados foram latas em geral (de leite em pó, de cereais, de refrigerantes, de energéticos, de óleo e de achocolatados) e pedaços de ferro, sucatas, fios e arames.

A média do componente filme obtida (4,87%) pôde ser considerada alta, pois o percentual médio desse material nos resíduos sólidos urbanos do Brasil é de 3,00% conforme Melo e Jucá (2000) e CEMPRE (2004). Destaca-se que esse percentual de filme deve-se, principalmente, à presença de grande quantidade de sacolas de supermercados reutilizadas pela população do condomínio como saco acondicionador de lixo.

O uso das sacolas de supermercados para esse fim fere as recomendações da norma técnica NBR 9.190 da Associação Brasileira de Normas Técnicas, no que diz respeito à forma de se acondicionar o lixo domiciliar. Segundo a norma, os sacos plásticos devem possuir as seguintes características: ter resistência para não se romper por ocasião do manuseio; ter volume de 20, 30, 50 ou 100 litros; possuir fita para fechamento da "boca"; ser de qualquer cor, com exceção da branca (normalmente os sacos de cor preta são os mais baratos).



Do ponto de vista ambiental, o componente filme traz vários prejuízos ao meio ambiente e aos aterros sanitários, por ser um tipo de plástico. Conforme Pinto (2000), os plásticos em aterros dificultam a compactação dos resíduos e prejudicam a decomposição dos materiais putrescíveis, pois criam camadas impermeáveis que afetam as trocas de líquidos e gases gerados no processo de biodegradação da matéria orgânica.

Da mesma forma que o componente filme, a média de plástico obtida nessa pesquisa (4,33%) pôde ser considerada também alta, pois esse material representa cerca de 3,00% (em massa) nos resíduos sólidos urbanos brasileiros conforme o IBAM (2001), 2,84% nos resíduos sólidos urbanos de Fortaleza/CE conforme Firmeza (2005) e 2,02% no estudo de Araújo *et al.*, (2006). Assim, o percentual de plástico obtido na caracterização dos resíduos do condomínio indica inconvenientes aos aterros sanitários que recebem o lixo gerado em Fortaleza, pois apresentam baixa densidade e elevada resistência à biodegradação.

Os dados da Tabela 03 mostram uma decaída nos percentuais de papel (primeiro dia - 8,00%, segundo dia - 5,30% e terceiro dia - 1,40%), vidro (primeiro dia - 9,00%, segundo dia - 3,30% e terceiro dia - 2,70%) e PET (primeiro dia - 3,30%, segundo dia - 3,00% e terceiro dia - 2,60%) ao longo do estudo. Provavelmente, a grande quantidade desses componentes no primeiro dia decorreu do acúmulo feito durante o domingo, pois não há coleta de resíduos no condomínio nesse dia e todos os condôminos têm que guardar seus resíduos sólidos no interior de suas residências, para disposição final na segunda-feira, isto é, no primeiro dia do estudo gravimétrico realizado.

A média de papel obtida nessa pesquisa (4,90%) ficou abaixo da quantidade encontrada pelo IBAM (2001) nos resíduos sólidos urbanos brasileiros: 25,00%; da encontrada por Costa *et al.*, (2006) na caracterização dos resíduos sólidos gerados no Centro de Ciências e Tecnologia (Campus I) da Universidade Estadual da Paraíba: 12,7% e; da encontrada por Barros Júnior e Tavares (2002) na qualificação e quantificação dos resíduos sólidos domiciliares na cidade de Maringá: 17,65%. É importante lembrar que para efeito de alguns trabalhos, os componentes papel, papelão e jornal são considerados um só: *papel*. Se isso tiver ocorrido no cálculo feito pelo IBAM (2001), como ocorreu no trabalho de Costa *et al.*, (2006) e de Barros Júnior e Tavares (2002), está justificado o motivo de tais autores terem encontrado percentuais tão elevados desse componente.

Por outro lado, a quantidade de papel aqui encontrada ficou próxima da encontrada por Firmeza (2005), que realizou uma caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares de Fortaleza: 3,64% e da encontrada por Araújo *et al.*, (2006), que caracterizaram os resíduos sólidos produzidos no Centro Federal de Educação Tecnológica do Piauí: 6,52%.

No caso do componente vidro, os dados da Tabela 03 mostram que a média obtida (5,00%) ficou acima da quantidade encontrada nos resíduos sólidos urbanos brasileiros pelo IBAM (2001) - 3,00%, acima da quantidade encontrada por Firmeza (2005) na Regional II de Fortaleza/CE - 1,35% (área onde fica o condomínio) e acima da encontrada por Barros Júnior e Tavares (2002): 2,84%.

Já a média de PET obtida nessa pesquisa (2,95%), por sua vez, ficou muito abaixo da quantidade encontrada nos resíduos sólidos urbanos brasileiros conforme dados apresentados pelo IBAM (2001): 25,00%. Ampliando a discussão, o PET vem se tornando, nos últimos anos, alvo de disputa entre catadores; objeto de interesse por parte de empresas recicladoras e transformadoras; estratégia preferencial de embalagem para indústria alimentícia; e presença constante no cotidiano dos consumidores (Zanin e Mancini, 2004; Xavier e Cardoso, 2005). Ora vista como receptáculo de produtos avidamente consumidos, ora como grande vilã ambiental, ou ainda, como atrativa fonte de renda para os envolvidos em sua reciclagem, a embalagem PET coloca importantes desafios para o entendimento de revalorização ao fim de sua vida e para as possibilidades de avanço de práticas no âmbito da logística reversa.

A quantidade de alumínio obtida nessa pesquisa foi a menor entre todos os componentes segregados. No primeiro dia, esse componente representou 1,00% do lixo gerado no condomínio, reduzindo sua presença (pela metade) nos dois dias seguintes. O alumínio é considerado uma sucata nobre e comparando-o com os outros materiais recicláveis tem o maior valor de venda (Moreira, 2002).

O Brasil vem ocupando um lugar privilegiado no ranking dos recicladores de alumínio. Um estudo desenvolvido pelo IPEA em 1998, já mostrava que o nível brasileiro de reciclagem desse componente se



aproximava da média dos níveis praticados nos países ricos. Hoje, cerca de 78% de todo o alumínio que circula do país tem como fim a reciclagem conforme Nova (2003).

Segundo a Associação Brasileira de Alumínio (2002) *apud* Moreira (2002), 850 milhões de reais são movimentados por ano nas empresas de reciclagem de alumínio, 1000 empresas estão envolvidas na cadeia produtiva e 150 mil famílias vivem exclusivamente da coleta e comércio de latas, recebendo de dois a quatro salários mínimos mensais.

O componente que apresentou o comportamento mais “anômalo” foi o papelão. Os dados da Tabela 03 mostram que no primeiro dia, ele representou 7,30% do lixo gerado no condomínio, no segundo dia 11,20%, e no terceiro dia 4,00%, portanto, não houve, para esse componente, uma tendência de aumento ou de redução, sendo essa realidade vulnerável quando se deseja estimar a quantidade e as capacidades dos recipientes de coleta seletiva.

De uma forma geral, os materiais encontrados na caracterização gravimétrica do condomínio o situa dentro da Regional II, que é popularmente conhecida por “regional rica”, em termos quantitativos (pela grande geração de resíduos sólidos) e qualitativos (pela taxa de geração de resíduos recicláveis).

Os aspectos sociais e econômicos do condomínio se apresentaram como de forte influência sobre a quantidade de resíduos sólidos gerada, ou seja, houve uma associação entre o nível de vida dos moradores com a produção de resíduos recicláveis, confirmando o dito por Braga, Nóbrega e Henriques (2000), IBAM (2001) e Santos *et al.*, (2007b).

Os dados levantados apontaram que os componentes mais predominantes no estudo gravimétrico foram o jornal, o papelão, o vidro, o papel, o filme, o plástico, o ferro, o PET e o alumínio, mas tais componentes não se mantiveram nessa ordem durante todos os dias do estudo, pois alguns sofreram influência do final de semana.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A determinação dos resíduos recicláveis no condomínio estudado, sem sombra de dúvidas, pode ser utilizada como parâmetro de referência para a implementação de um projeto de coleta seletiva minimizando erros no cálculo dos sistemas de recolhimento dos materiais e/ou no dimensionamento do tipo de veículo a ser utilizado na coleta.

Considerando a quantidade de material reciclável gerada diariamente no condomínio e o nível de vida dos moradores, recomenda-se que a implementação do programa de coleta seletiva contemple três conjuntos de quatro recipientes de 240 litros cada, mas é imprescindível que antes da aquisição de tais recipientes, o condomínio passe por outros momentos para maximizar resultados e minimizar custos, como: i) diagnóstico do nível de conscientização ambiental e de participação dos condôminos no programa, ii) capacitação em educação ambiental para condôminos e servidores, iii) confecção de materiais educativos e de divulgação do programa de coleta seletiva para todos os condôminos.

O diagnóstico do nível de conscientização ambiental e de participação dos condôminos no programa representa, ao contrário do que muitas pessoas acreditam, uma importante etapa a ser desenvolvida dentro da implementação da coleta seletiva no condomínio, pois ajuda a definir se o projeto é viável ou não. Assim, a participação torna-se exigência primeira para se alcançar a efetividade em projetos de gestão de resíduos sólidos principalmente quando os limites operacionais e financeiros são explicitados.

A capacitação em educação ambiental para condôminos e servidores é fundamental na perspectiva de levar a tal público informações ambientais, discussões sobre o quadro dos resíduos sólidos em escala nacional, estadual e municipal. Além disso, deve-se considerar que esta etapa representa o pilar central na busca por uma conscientização ambiental dos condôminos, com mudanças de atitudes e construção de novos paradigmas.

Na busca por esse “novo” modelo de gestão de resíduos sólidos no condomínio, a educação ambiental assume uma importante posição, pois vem sendo valorizada como uma ação educativa que articula todo um conjunto de saberes, a formação de atitudes e sensibilidades ambientais (CARVALHO, 2004).



Dentro de uma perspectiva ampliada, são os frutos de uma nova educação que serão capazes de transformar as posturas e os paradigmas da humanidade proporcionando a gestão racional dos recursos do meio ambiente, que por sua vez, garantirão a vida das presentes e futuras gerações (SANTOS, 2007). Entretanto, Noal e Barcelos (2003) destacam que o processo de educação sozinho não é capaz de mudar imediatamente a problemática ambiental vivida, pois são extremamente conhecidos os limites da educação.

A educação ambiental tem contribuído para elucidar caminhos mais sustentáveis para a humanidade, e têm desviado da rota de colisão os seres vivos da Terra. Todavia, o processo de educação ambiental tem o desafio de preencher uma grande lacuna deixada historicamente pela educação formal brasileira, ou seja, “preencher” o cidadão na sua forma mais plena de caráter, ética, conceitos e atitudes como destacaram Santos, Alves e Lustosa (2006).

A confecção de materiais educativos e de divulgação do programa de coleta seletiva, como um terceiro momento antes da aquisição dos recipientes do projeto, deve dar parecer à todos os condôminos, síndicos e funcionários representando uma verdadeira campanha publicitária que os influencie a participar do projeto reciclando seus hábitos e separando seus resíduos.

Por esse caminho, a educação ambiental assumirá o lugar de propulsora de grandes mudanças sociais e ambientais, sendo capaz de colocar todos em condições de construir uma nova ética, um novo conjunto de valores e uma nova cultura que subsidiará, ao longo dos próximos anos, a concretização de uma sociedade mais justa e em harmonia com os recursos da natureza (SANTOS, 2007).

É importante ainda que contatos com associações de catadores sejam realizados para fechar parceria no que diz respeito à coleta dos materiais sem ônus ao condomínio. Como esse estudo contou com o apoio de integrantes da Associação de Catadores do Jangurussu (ASCAJAN) é recomendado que ela passe a receber os materiais via recolhimento com seu próprio caminhão, evitando que a concessionária responsável pela coleta formal de resíduos sólidos em Fortaleza/CE destine os materiais ao aterramento sanitário.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARAÚJO, N. N. S.; SANTOS, T. R. L.; SILVA, E. S.; CARVALHO, L. F. M. Estudo e Caracterização dos Resíduos Sólidos do Centro Federal de Educação Tecnológica do Piauí. I Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, Natal-RN, 2006.
2. BARROS JÚNIOR, C.; TAVARES, C. R. G. Análise Quali-Quantitativa dos Resíduos Sólidos Urbanos da Cidade de Maringá/PR. In: VI Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - SIBESA, Vitória, 2002.
3. BRAGA, F. S.; NÓBREGA, C. C.; HENRIQUES, V. M. Estudo da composição dos resíduos sólidos domiciliares em Vitória/ES. Revista Limpeza Pública, v.55, p.11-17, 24, 2000.
4. CALDERONI, S. Os Bilhões Perdidos no Lixo. 4ª ed., Humanitas Editora/FFLCH/USP, Universidade de São Paulo, 1997.
5. CARVALHO, I. C. de M. Educação Ambiental: a formação do sujeito ecológico. Cortez Editora, São Paulo, 2004.
6. CASTILHOS JÚNIOR, A. B. de.; LANGE, L. C.; GOMES, L. P.; PESSIN, N. Resíduos Sólidos Urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte. ABES, RiMa, Rio de Janeiro. Projeto PROSAB, 2003.
7. CEARÁ. SUPERINTENDÊNCIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Apostila do Curso de Capacitação para Multiplicadores em Educação Ambiental. Fortaleza, SEMACE, 2003.
8. CEMPRES - COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. Brasil ocupa boa posição no cenário mundial de reciclagem. CEMPRES Informa, n. 75, p.2-3. 2004.
9. COSTA, F. X.; LUCENA, A. M. A.; TRESENA, N. L.; GUIMARÃES, F. S.; GUIMARÃES, M. M. B.; SILVA, M. M. P.; GUERRA, H. O. C. Estudo Qualitativo e Quantitativo dos Resíduos Sólidos do Campus I da Universidade Estadual da Paraíba. Revista de Biologia e Ciências da Terra, v.6, n.001, Campina Grande, 2006.
10. CUSSIOL, N. A. de M.; ROCHA, G. H. T.; LANGE, L. C. Quantificação dos Resíduos Potencialmente Infectantes presentes nos Resíduos Sólidos Urbanos da Regional Sul de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v.22, n.6. 2006.



11. FILHO, F. A. C. Destino Final dos Resíduos Sólidos de Fortaleza: diagnóstico e proposta de solução integrada. Dissertação. Universidade Vale do Acaraú - UVA, Fortaleza, 2001.
12. FIRMEZA, S. M. A Caracterização Física dos Resíduos Sólidos Domiciliares de Fortaleza Como Fator Determinante do Seu Potencial Reciclável. Dissertação. Universidade Federal do Ceará, 2005.
13. GOMES, L. P. Estudo da Caracterização Física e da Biodegradabilidade dos Resíduos Sólidos Urbanos em Aterros Sanitários. Dissertação. EESC-USP, 1991.
14. INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL - IBAM. Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro, 2001.
15. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico: 2000. Departamento de População e Indicadores Sociais. Rio de Janeiro. 431p., 2002.
16. MARQUES, A. E. O. O Potencial dos Resíduos Sólidos para Reciclagem na Cidade de Fortaleza. Dissertação. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1999.
17. MELO, V. L. A.; JUCÁ, J. F. T. Estudos de referência para diagnóstico ambiental em aterros de resíduos sólidos. In: XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Porto Alegre, 2000.
18. MONTEIRO, V. E. D.; JUCÁ, J. F. T. Gestão ambiental no processo de recuperação da área do aterro de resíduos sólidos de Muribeca. In: III Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica. Recife, 1999.
19. MOREIRA, V. C. S. Lixo Urbano e a Reciclagem de Latas de Alumínio. 2002. Disponível: www.univap.br/biblioteca/hp_julho_2002/Monografia%20Revisada%20julho%202002/09.pdf. Acesso: 27 dez 2007.
20. NOAL, F. O.; BARCELOS, V. H. de L. Educação ambiental e Cidadania: cenários brasileiros. Santa Cruz do Sul: Editora EDUNISC, 2003.
21. NOVA, J. V. A Reciclagem das Latas de Alumínio e o Seu Efeito na Economia. 2003. Disponível: www.univap.br/biblioteca/hp_julho_2002/Monografia%20Revisada%20julho%202002/09.pdf. Acesso: 27 dez 2007.
22. OLIVEIRA, M. R. L. Caracterização do Percolado do Lixão do Jangurussu e Seu Possível Impacto no Rio Cocó. Dissertação. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1997.
23. PINTO, A. G. Reciclagem de plástico. In: Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE), p.143-155. 2000.
24. SANTOS, G. O. Análise Histórica do Sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Fortaleza como Subsídio às Práticas de Educação Ambiental. Especialização, Universidade Estadual do Ceará - UECE, Fortaleza, 2007.
25. SANTOS, G. O.; ALVES, C. B.; LUSTOSA, J. P. G. Teoria e Prática de Educação Ambiental na Escola de Ensino Fundamental e Médio Estado do Paraná - Fortaleza/CE. In: VI Encontro de Pós-Graduação e Pesquisa, Universidade de Fortaleza - UNIFOR, Fortaleza, 2006.
26. SANTOS, G. O.; ALVES, C. de B.; SILVA, L. F. F.; ZANELLA, M. E. Levantamento das Alternativas de Tratamento e/ou Disposição dos Resíduos Sólidos Gerados em Fortaleza, Ceará, Brasil. In: VII Encontro de Pesquisa e Pós-Graduação (VII ENPPG) do CEFET/CE, Fortaleza, 2007a.
27. SANTOS, G. O.; ALVES, C. de B.; ZANELLA, M. E.; SILVA, L. F. F. Estudo da Influência de Indicadores Sociais Sobre a Qualidade e Quantidade dos Resíduos Sólidos Urbanos de Fortaleza, Ceará, Brasil. In: VII Encontro de Pesquisa e Pós-Graduação (VII ENPPG) do CEFET/CE, Fortaleza, 2007b.
28. SOARES, N. M. B. Gestão e Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Domiciliares no Município de Fortaleza. Dissertação. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.
29. XAVIER, L. H.; CARDOSO, R. Aspectos Socioambientais da Destinação de Resíduos Plásticos. Encontro Nacional de Gestão Empresarial e Meio Ambiente. Anais.. Rio de Janeiro, 2005.
30. ZANIN, M.; MANCINI, S. D. Resíduos Plásticos e Reciclagem: aspectos gerais e tecnologia. São Carlos: Edusfcar, 143p., 2004.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de registrar seus sinceros agradecimentos aos síndicos, moradores e funcionários do condomínio onde foram realizados os estudos e ao pessoal da Associação de Catadores do Jangurussu (ASCAJAN) pelo apoio.